

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局



(43) 国際公開日
2001年5月17日 (17.05.2001)

PCT

(10) 国際公開番号
WO 01/35147 A1

(51) 国際特許分類: G02B 13/00, 3/00, 3/06, H01S 5/02

(21) 国際出願番号: PCT/JP00/07956

(22) 国際出願日: 2000年11月10日 (10.11.2000)

(25) 国際出願の言語: 日本語

(26) 国際公開の言語: 日本語

(30) 優先権データ:
特願平 11/319847
1999年11月10日 (10.11.1999) JP

(71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 浜松ホトニクス株式会社 (HAMAMATSU PHOTONICS K.K.)
[JP/JP]; 〒435-8558 静岡県浜松市市野町1126番地の1 Shizuoka (JP).

(72) 発明者: および

(75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 楠山 泰

(KUSUYAMA, Yutaka) [JP/JP]; 〒435-8558 静岡県浜松市市野町1126番地の1 浜松ホトニクス株式会社内 Shizuoka (JP).

(74) 代理人: 長谷川芳樹, 外 (HASEGAWA, Yoshiki et al.); 〒104-0061 東京都中央区銀座二丁目6番12号 大倉本館 創英国際特許法律事務所 Tokyo (JP).

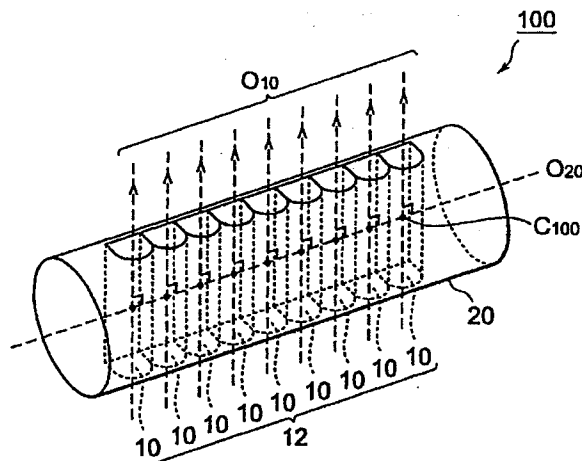
(81) 指定国 (国内): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NO, NZ, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG, SI, SK, SL, TJ, TM, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VN, YU, ZA, ZW.

(84) 指定国 (広域): ARIPO 特許 (GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZW), ユーラシア特許 (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ特許 (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT,

[続葉有]

(54) Title: OPTICAL LENS AND SEMICONDUCTOR LASER DEVICE

(54) 発明の名称: 光学レンズ及び半導体レーザ装置



WO 01/35147 A1

(57) Abstract: An optical lens comprising a 1st optical member array (12) which is composed of a plurality of 1st optical members (10) that are made by forming a light transmitting material into have pillar shapes so as to include 1st collimating parts consisting of protruding curved planes in parallel with 1st axes (O_{10}) on their outer planes and that are arranged into an array shape so that a plurality of 1st axes (O_{10}) are parallel with each other on a predetermined plane, and a 2nd optical member (20) which is made by forming a light transmitting material, having a refractive index different from that of the 1st optical members, into a pillar shape so as to include a 2nd collimating part consisting of a protruding curved plane in parallel with a 2nd axis (O_{20}) on its outer plane and in which at least the 1st collimating parts of the 1st optical member array are buried so as to position the axis (O_{20}) perpendicular to the plurality of 1st axes (O_{10}). With this constitution, an optical lens it provided which is compact and easy to manufacture and by which incident lights from a plurality of light sources can be independently collimated for the respective light sources and collimated emitted lights can be applied to a plurality of spots arranged into an array shape.

[続葉有]



LU, MC, NL, PT, SE, TR), OAPI 特許 (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

添付公開書類:

— 国際調査報告書

(57) 要約:

第1の軸 O_{10} に平行な凸曲面からなる第1コリメート部を外面に含むように、透光性材料を柱状に成形してなる複数の第1光学部材10を有して構成されると共に、複数の O_{10} が所定の平面上で互いに平行になるように、複数の第1光学部材がアレイ状に配列された第1光学部材アレイ12と、第2の軸 O_{20} に平行な凸曲面からなる第2コリメート部を外面に含むように、第1光学部材と屈折率が異なる透光性材料を柱状に成形して構成されると共に、 O_{20} が複数の O_{10} と直角をなすように、第1光学部材アレイの少なくとも第1コリメート部が埋め込まれた第2光学部材20とを備えている。これにより、アレイ状に配列された複数の光源からの入射光を光源ごとに独立にコリメートすることができると共に、コリメートした出射光をアレイ状に配列された複数のスポットに照射することができるコンパクトで作製が容易な光学レンズを提供される。

明細書

光学レンズ及び半導体レーザ装置

技術分野

5 本発明は入射光を略平行光化する光学レンズと、これを用いた半導体レーザ装置に関する。

背景技術

半導体レーザ (LD) の出射ビームを直接集光して微小スポットに絞り込むための技術開発は、集光した LD ビームを光ファイバー等に導入して直接利用する場合だけでなく、固体レーザの励起光源として利用する場合にも重要となっている。そのためには、LD ビームをコリメートし、できるだけ細くかつ平行な光線
10 に変換することが重要なポイントとなっている。

図 9 に示すように、LD アレイ 30 は LD 素子である活性層ストライプ 32 が一次元的に多数配列されたものである。この LD 素子 32 は、ストライプの厚みに対して幅が大きい構造を有している。例えば、1 W 程度の出力の LD 素子が配
15 列されている市販の LD アレイは、ピッチが $800\mu\text{m}$ でストライプ幅が $200\mu\text{m}$ であり、活性層の幅寸法 (活性層に対して平行方向 x) が広く ($100\sim 200\mu\text{m}$)、活性層の厚さ寸法 (活性層に対して垂直方向 y) が薄い ($0.1\sim 1\mu\text{m}$)。活性層ストライプが 12 個あるとすると、その全長は 1.0mm に満たない程度のものである。LD 素子 32 から出射される LD ビーム L_{30} の発散角
20 は、活性層に対して垂直成分 θ_y が大きく ($50\sim 60^\circ$)、平行成分 θ_x が小さい ($\sim 10^\circ$)。従って、LD ビームの出射端は線状光源となる。しかるに LD は、活性層に対する LD ビームの垂直成分と平行成分とを別々にコリメートすることが望まれる。

LD アレイ 30 から出射される複数の LD ビーム L_{30} をコリメートする場合、従来はビーム発散角の垂直成分 θ_y と平行成分 θ_x との違いに応じて 2 種類
25 の互いに直交するシリンドリカルレンズが用いられ、焦点距離の短いシリンドリ

カルレンズにて大きな発散角 θ_y を有するLDビームの垂直成分 L_{30y} をコリメートし、焦点距離の長いシリンドリカルレンズにて小さな発散角 θ_x を有するLDビームの平行成分 L_{30x} をコリメートしている。

5 しかしながら、LDビームを効率よく平行光化するためには、LDアレイから出射した複数のLDビームを一本ごとにコリメートする必要があり、そのためには一対のシリンドリカルレンズをLDアレイのピッチと同じ間隔にして並べなければならない。然もこのレンズアレイを複数のLDビーム同士が重なり始める手前の位置に配置しなければならない。例えば、上記の市販されているLDアレイの場合、一対のシリンドリカルレンズはLDの出射端面からの距離が約3.43 m
10 m以下になるように配置しなければならない。

上記のような狭い空間において、一対のシリンドリカルレンズをLD素子に一対一で対応させつつアレイ状に並べて配置するのは非常に困難である。また、このような小さなレンズアレイを機械加工で作製するのは困難である。特に、密集型LDアレイのように高出力化のために幅1 cmあたりのLD素子数を増やす場合
15 には、このようなレンズアレイの精密な配置と作製の実現はさらに困難となる。

一方、LDビームの平行光化の技術開発の一つとして、斜角柱状プリズム素子からなるプリズムアレイを用いる研究(0 plus E, No.210, pp.106~112(1997))が進められている。しかし、これはLDビームの平行成分 L_{30x} に対して焦点距離
20 の十分に長いシリンドリカルレンズを使用できる点において有効であるが、幅1 cm当りのLD素子を増加させる場合には、1つのLD素子に一対一で対応できる微小なプリズム素子を精密に作製することは非常に困難であり、さらに、このようなプリズム素子からなるプリズムアレイをLDアレイに対して適切な位置に配置させることも困難である。

25 また、近年、ファクシミリや電子複写機等の光学式事務機器に対して、機器の小型化並びにより精密な画像形成のニーズが益々大きくなっている。そのため、

入力画像を処理して出力する画像形成装置において、画像情報を含む入射光をアレイ状の微小スポットに照射して画像形成することのできるコンパクトな結像レンズアレイが求められている。しかしながら、図10に示すように、従来使用されているGRINレンズなどのロッド状集光レンズ50をアレイ状に配列させた
5 ロッドレンズアレイ300では、配列させた複数のロッド状集光レンズ50をFRP側板52等で挟み込み、黒色シリコン樹脂54等を使用して隙間を埋めて固定している構造のため、コンパクトなサイズのロッド状集光レンズを精密に配列させて作製することは非常に困難である。

本発明は以上の問題を鑑みてなされたものであり、アレイ状に配列された複数の
10 光源からの入射光に対し光源ごとに独立に作用すること、又は、作用を及ぼされた出射光をアレイ状に配列された複数の照射スポットごとに独立に照射することができるコンパクトで作製が容易な光学レンズを提供することを目的とする。

発明の開示

本発明に係る光学レンズは、第1の軸に平行な凸曲面からなる第1光学作用部
15 を少なくとも片側の外面に含むように、透光性材料を柱状に成形してなる複数の第1光学部材を有して構成されると共に、複数の第1の軸が所定の平面上で互いに平行になるように、複数の第1光学部材がアレイ状に配列された第1光学部材アレイと、第2の軸に平行な凸曲面からなる第2光学作用部を少なくとも片側の外面に含むように、第1光学部材と屈折率が異なる透光性材料を柱状に成形して
20 構成されると共に、第2の軸が複数の第1の軸と直角をなすように、第1光学部材アレイの少なくとも前記第1光学作用部が埋め込まれた第2光学部材と、を備え、第1および第2光学作用部が、所定の平面に直交する光軸の光に対し作用することを特徴とする。

本発明によれば、光学レンズは構造がシンプルであり既知の方法により微小サイズ
25 のものを容易に作製することができる。このため、第2光学部材のサイズ並びに第1光学部材アレイ内の第1光学部材のサイズ及びその数を、アレイ状に配

列された複数の光源の配置条件、或いはアレイ状に配列された複数の照射スポットの配置条件にあわせて容易に調整して作製することができる。

- 5 従って、第1光学部材アレイ内の複数の第1光学部材の第1光学作用部を各微小光源ごとに一対一で対応させることができるとともに、隣合う微小光源からの出射光同士が重なり始める手前の微小な領域に容易に配置することができることとなり、光源からの入射光に対し光源ごとに独立に作用することができる。さらには、微小光源が非点収差を有して複数配列されている場合においても、第2光学部材の第2光学作用部と第1光学部材アレイ内の複数の第1光学作用部とが上記のように配置されているので、光源からの出射ビームの発散角の異なる垂直成分と平行成分とに対して一括して作用することができる。
- 10

また、第1光学部材アレイ内の複数の第1光学部材の第1光学作用部を複数のアレイ状に配列された照射スポットごとに一対一で対応させることもでき、作用を及ぼされた複数の出射光を、対応する所望の複数の照射スポットに一括して照射することもできる。

- 15 なお、「光に対して作用する」とは、入射された発散光に対しその発散角を縮小して出射することを示すものとする。

また、「第1の軸」とは、柱状の第1光学部材の2つの底面の幾何学的重心を通る軸線（中心軸）を示すものとする。また、「第2の軸」とは、柱状の第2光学部材の2つの底面の幾何学的重心を通る軸線（中心軸）を示すものとする。

- 20 また、「第1光学作用部」とは、柱状の第1光学部材の側面の全面或いは一部に形成されており、入射光に対して作用する機能を有する第1の軸に平行な凸曲面を示すこととする。「第2光学作用部」とは、柱状の第2光学部材の側面の全面或いは一部に形成されており、入射光に対して作用する機能を有する第2の軸に平行な凸曲面を示すこととする。

- 25 第1光学部材の透光性材料は、第2光学部材の透光性材料より熱膨張係数が高いことが望ましい。熱膨張係数の高い材料を低い材料により被覆して光学レンズ

を製造すると、カシメ効果により丈夫で割れにくい構造になる。

第1光学部材の透光性材料は、第2光学部材の透光性材料より屈伏点が高いことが望ましい。屈伏点の差を利用して、線引きによる埋め込み型の光学レンズを製造することが可能となる。

5 また、本発明の光学レンズにおいて、第1光学部材は、円柱状に成形されていることを特徴としていてもよい。

また、本発明の光学レンズにおいて、第1光学部材は、曲面の反対側の外面が平面にされて半円柱状に成形されていることを特徴としていてもよい。

10 また、本発明の光学レンズにおいて、第2光学部材は、円柱状に成形されていることを特徴としていてもよい。

また、本発明の光学レンズにおいて、第2光学部材は、凸曲面の反対側の外面が平面にされて半円柱状に成形されていることを特徴としていてもよい。

第1光学部材には、曲面と曲面とは反対側の外面との間に一对の側面平面が形成され、第1光学部材アレイは、各第1光学部材が各側面平面で互いに接触して配列されることにより形成されてもよい。側面平面が形成されているため、各
15 第1光学部材をアレイ状に配列し易くなる。

また、第2光学部材は、両端部に一对の転がり防止手段を有することを特徴としていてもよい。これにより、光学レンズの半導体レーザアレイへの取り付け角度が定まる。

20 また、光学レンズは、転がり防止手段により複数個積層することが可能であることを特徴としてもよい。これにより、複数積層された半導体レーザアレイに対しても対応可能となる。

さらに、本発明の光学レンズは、半導体レーザアレイと、この半導体レーザアレイの出射光を平行光化して出射する平行光化光学系と、この平行光化手段の出射光を集光して出力する集光光学系とを有する半導体レーザ装置において、平行
25 光化光学系として用いられることを特徴とする。

- 第1光学部材アレイ内の第1光学部材の数を使用するLDアレイのLD素子の数に合わせるとともに第1光学部材のピッチが使用するLDアレイのLD素子のピッチと等しくなるように形成し、さらに光学レンズの入射面をLDアレイの出射端面に平行に対向配置することにより、LDアレイの各LD素子から出射された複数のLDビームは、それぞれ第2光学部材によって発散角の大きな活性層に対するその垂直成分に対して作用が及ぼされ、第1光学部材によって発散角の小さな活性層に対するその平行成分に対して作用が及ぼされることとなる。

図面の簡単な説明

- 図1は、本発明の実施形態に係る光学レンズの斜視図である。
- 図2は、図1の光学レンズを第1光学部材の第1の軸の方向から見た場合の正面図である。
- 図3A～3Fは、図1の光学レンズの作製工程を示す模式図である。
- 図4A～4Dは、図1の光学レンズの図3に続く作製工程を示す模式図である。
- 図5A及び5Bは、それぞれ図1の光学レンズを半導体レーザ装置の平行光化光学系として用いた場合の構成図である。
- 図6A及び6Bは、転がり防止手段を備えた光学レンズの斜視図である。
- 図7A～7Lは、それぞれ光学レンズを構成する第2光学部材及び第1光学部材の別の形状を示す模式図である。
- 図8A～8Cは、それぞれ光学レンズの別の作製法を示す模式図である。
- 図9は、半導体レーザアレイの出射ビームの特性を示す斜視図である。
- 図10は、従来の複写器の結像レンズアレイとして使用されているロッドレンズアレイを示す斜視図である。

発明を実施するための最良の形態

- 以下、図面を参照しながら本発明による光学レンズの好適な実施形態について詳細に説明する。なお、以下の説明では、同一または相当部分には同一符号を付

し、重複する説明は省略する。

図1は本発明に係る光学レンズの好適な実施形態を示す斜視図である。図2は図1の光学レンズを第1光学部材の第1の軸の方向から見た場合の正面図である。

5 図1に示す通り、本実施形態の光学レンズ100は、複数の第1光学部材10から構成される第1光学部材アレイ12と、第2光学部材20とから構成されている。

第1光学部材10は、ガラス材料から成る透光性材料（例：LaSF_n14（住田光学）、屈折率1.83、熱膨張係数 $82 \times 10^{-7}/K$ 、屈伏点689℃）から形成された柱状の光学部材である。この第1光学部材10は、第2光学部材20よりも大きな屈折率を有している（第2光学部材の構成ガラス材料の例：BK7（シヨット社製）、屈折率1.52、熱膨張係数 $71 \times 10^{-7}/K$ 、屈伏点614℃）。第2光学部材20に屈折率1.51を有するガラスを用いる場合には、他のガラス材料を適宜選択することにより、例えば、屈折率を1.83程度に設定して使用する。また、図2に示すように、第1光学部材10は、矩形の一辺を半円状に突出させた形状の底面を有しており、従って第1の軸O₁₀に平行な第1光学部材10の側面の一部は凸曲面状となっている。この凸曲面は、第1光学作用部としての第1コリメート部であり、第1光学部材10は、この第1コリメート部において非点収差を有する光源40の出射光を入射し、その発散角の小さな成分をコリメートする。このように第1光学部材10の底面の形状を設定するのは、第1光学部材10の焦点距離を第2光学部材20の焦点距離まで延ばすことにより、第2光学部材20と第1光学部材10との屈折率差を有効に利用して上記のような入射光の発散角の異なる2成分をそれぞれコリメートするためである。

25 第1光学部材アレイ12は、複数の第1光学部材10が一体化されたものであり、複数の第1光学部材10は、それぞれの第1の軸O₁₀を同一平面上におい

て互いに平行にかつ第1コリメート部を同方向に向けるようにしてアレイ状に配列されている。このように第1光学部材を各々互いに接触させてアレイ状に配列することにより、複数の光源から出射される発散角の小さな成分を同時にコリメートすることができる。

- 5 なお、複数の第1の軸 O_{10} を含む同一平面の第1コリメート部側の面、すなわち、光源に面する側の面を「入射面」として以降の説明に記述することとする。

- 10 第2光学部材20は、透光性材料から形成された円柱状の光学部材である。この第2光学部材20は、第1光学部材10よりも小さな屈折率を有している。例えば、ガラスにより形成した場合には、その屈折率は1.51である。この円柱の側面の凸曲面は、第2光学作用部としての第2コリメート部であり、第2光学部材20は、第2コリメート部において非点収差を有する光源の出射光の発散角の大きな成分をコリメートする。この第2光学部材20内には、上述の第1光学部材アレイ12全体が、その第1の軸 O_{10} を第2光学部材20の第2の軸 O_{20} に直交するようにして埋め込まれている。

- 15 なお、複数の第1の軸 O_{10} と第2の軸 O_{20} との直交点を「入射中心 C_{100} 」として以降の説明に記述することとする。

- 20 また、第2光学部材20の第2コリメート部と第1光学部材10の第1コリメート部には、球面収差を考慮して非球面加工が必要に応じて施される。このようにすることにより、入射光を更に精密に平行光化することができることとなる。

さらに、第2光学部材20の第2コリメート部と第1光学部材10の第1コリメート部とは、入射光が入射する側面に反射防止膜コーティングが必要に応じて施される。このようにすることにより、反射による損失を低減し高効率で入射光を平行光化することができることとなる。

- 25 更にまた、第1光学部材10には第2光学部材20より熱膨張係数の高い素材が使用される。これにより、本実施形態による光学レンズは丈夫な構造を有した

割れにくい光学レンズに製造される。

以下、図 1 に示す光学レンズ 10 の作製法を図 3～4 に基づき説明する。

本実施形態の光学レンズ 100 は、既存の光ファイバー光学プレートの製造技術を応用することにより、容易に作製することができる。先ず、図 3 A に示すように、第 1 光学部材 10 の構成材料からなる母材（以下「コア」という）を先に述べたような底面を有する柱状に成型加工する。次に、図 3 B に示すように、この成型加工済みのコア 14 を電気炉等により加熱溶融し所望の大きさになるように線引きする。次に、コア 14 の線引き済みの部分（以下コア 16 という）を切断する。そして図 3 C に示すように、所望の本数のコア 16 を第 2 光学部材 20 の構成材料から形成された円筒管 22 内に一列に整列させる。この時、円筒管 22 の中心軸 O_{22} と複数のコア 16 の中心軸 O_{16} はそれぞれ平行で、かつ複数のコア 16 はそれぞれ互いの側面を接触するようにして整列される。そして整列した複数のコア 16 の位置を固定するために、円筒管 22 内の空隙には第 2 光学部材 20 の構成材料から形成されたスペーサー 24 が挿入される。なお、図 3 D～3 F に示すように、母材としてコア 114 のような形状のものを作成し、これを線引きしてもよい。コア 114 では、既に第 1 光学作用部に相当する部分が複数一列に配列されかつそれらが一体に形成されている。従って、図 3 F の処理で円筒管 22 内に複数のコアを一列に整列させるなどの必要がない。

次に、図 4 A に示すように、この円筒管 22 を所望の外径となるように線引きする。この時、複数のコア 16 のピッチ W_{16} が、アレイ状に配列された複数の光源のピッチに一致するようにする。例えば、図 5 A に示すように LD アレイ 30 を光源とする場合には、複数の LD 素子 32 のピッチ W_{32} に一致させるようにする。

次に、図 4 A に示すように円筒管 22 の線引き済みのロッド部分 18 を図 4 B に示すようにスライスし、図 4 C に示すようにスペーサー 24 の余分な部分をスライスして削ぎ落とす。さらに、このスペーサー 24 をスライスしたものの外周

部を研磨し、所望の大きさを有する円柱状の光学レンズ100とする。

以下、図1に示す光学レンズを半導体レーザ装置の平行光化光学系として用いた場合における動作を、図5A及び5Bに基づき説明する。

図5Aに示すように、半導体レーザ装置200はLDアレイ30と、LDアレイ30の複数の出射ビーム L_{30} を平行光化して出力する本実施形態の光学レンズ100と、光学レンズ100によりコリメートされたビームを集光して出力する集光光学系（図示せず）とを有するものである。

図5Aに示すように、先ず、第1光学部材アレイ12の第1光学部材10の数をLDアレイ30のLD素子32の数に合わせるとともに第1光学部材10のピッチ W_{10} が使用するLDアレイ30のLD素子32のピッチ W_{32} と等しくなるようにして光学レンズ100を形成する。そして、図5A及び5Bに示すように、光学レンズ100の第1の軸 O_{10} 及び第2の軸 O_{20} により形成される入射面をLDアレイ30の出射端面 P_{30} に向けて平行に対向配置する。すなわち、図5Bに示すように、LDアレイ30に対して光学レンズ100を第1の軸 O_{10} とLDアレイ30の出射端面 P_{30} の活性層に対して垂直な方向 P_{30Y} とが平行となり、同時に図5Aに示すように、第2の軸 O_{20} とLDアレイ30の出射端面 P_{30} の活性層に対して平行な方向 P_{30X} とが平行となるように配置し、さらに、LDアレイ30から出射される複数のLDビーム L_{30} の光軸 O_{30} が、これらに一对一でそれぞれ対応する第1光学部材10の入射中心 C_{100} を通過するように配置する。また、このときLDアレイ30と光学レンズ100との距離は、LD素子32から出射された複数のLDビーム L_{30} が、発散角の小さな平行成分 L_{30X} において互いに重なり合わないよう設定する。

このようにLDアレイ30に対して光学レンズ100を配置することにより、LDアレイ30の複数のLD素子32から出射された複数のLDビーム L_{30} は、図5Bに示すように大きな発散角 θ_Y を有する垂直成分 L_{30Y} をそれぞれ第2光学部材20によってコリメートされ、図5Aに示すように小さな発散角 θ

xを有している平行成分 L_{30x} を第1光学部材10によってコリメートされることとなる。このようにして第2光学部材20から出射されるコリメート済みのビームと、第1光学部材10から出射されるコリメート済みのビームは、LDアレイのLD素子32のピッチ W_{32} と同程度の外径を有する非常に細い光束となり、集光光学系（図示せず）において効率よく集光されることとなる。

このように、本実施形態の光学レンズ100は、シンプルな構造であり既知の製造技術により容易にコンパクトなサイズで作製することができる。このため、第2光学部材のサイズ並びに第1光学部材アレイ内の第1光学部材のサイズ及びその数を、LDアレイのような数百 μm のオーダーのピッチでアレイ状に配列された複数の微小光源のサイズやその数、配置するスペースに応じて容易に調整して作製することが可能である。

例えば、従来のプリズムアレイでは不可能であった幅1cm当り60～100本のLD素子を有するLDアレイに対しても、複数のLD素子に一つ一つに対応できるサイズに精密に作製することが容易にでき、光学レンズを構成する第1光学部材と第2光学部材とは、第1の軸と第2の軸とが互いに直角をなすようにして一体化されているので、第2光学部材により出射ビームの発散角の大きな方向の成分をコリメートでき、同時に第1光学部材により出射ビームの発散角の小さな方向の成分をコリメートできることとなる。さらに、このようなLDアレイの出射ビームを効率よくコリメートできる適切な位置に配置させることが容易にできる。

また、本実施形態の光学レンズ100は、第1光学部材と、第1光学部材と屈折率が異なる第2光学部材とから構成されるため、これらの二つの部材間の屈折率差を使用形態に合わせて適宜設定して製造することが可能となっている。特開平7-287104号公報又は特開平7-98402号公報に開示されているように、同一光学レンズの外面にイオン交換を利用して屈折率差の異なるレンズを形成することも可能であるが、この場合、イオン交換を施した部分と施していな

い部分の間に十分な屈折率差を設けることができないし、正確に光学作用部の曲面形状を形成しつつ十分な屈折率を設けることもできない、といった不具合があった。本実施形態による光学レンズは異なる光学部材から構成されるため、このような不具合は解消されている。

- 5 以上、本発明の好適な実施形態について詳細に説明したが、本発明は上記実施形態に限定されない。

- 例えば、第1光学作用部、第2光学作用部を、LD素子から出射された光をコリメートする第1コリメート部、第2コリメート部として説明したが、光ファイバなど受光素子のサイズ、条件などに応じてLD素子から出射された光を集光する第1集光部、第2集光部とすることも可能である。
- 10

- また、図6Aに示すように、第2光学部材20にはその両端部に一对の転がり防止手段が設けられていてもよい。一对の転がり防止手段60は共に直方体形状を有し、各直方体のうちの一面が、LDアレイが取り付けられている基板やLDアレイなどに対して取り付けられた際、第1及び第2のコリメート部が有効に機能する位置（角度）にくるように設計されている。これにより光学レンズの取り付け角度が定まるため、光学レンズのLDアレイへの設置が容易になり、焦点距離の調整についても容易に行うことが可能になる。この転がり防止手段60は、同時に複数の光学レンズを積層することを可能にする（図6B参照。特に光学レンズがシリンダリカルレンズの場合、そのままの状態では積層できなかったため有効である）。これにより、LDアレイが積層されている場合には、LDアレイの各LD素子に対応した光学レンズを提供することが可能となる。
- 15
- 20

- また、第1光学部材は、その第1コリメート部が第2光学部材内に埋め込まれていればよく、第1コリメート部以外の部分が第2光学部材から突出しているものであってもよい。この場合には、第1の軸と第2の軸とは第1の軸からなる入射面上で直交せず、所定の間隔で互いに直角をなすように位置することとなる。
- 25
- また、この場合には、図1、図5A及び図5Bに示した入射中心 C_{100} に相当す

る点はなく、その代わりに、第1の軸に直交するとともに第2の軸にも直交する直線を仮定し、この仮定した直線と第1の軸との直交点が第1光学部材の入射中心となり、この仮定した直線と第2の軸との直交点が第2光学部材の入射中心となる。

5 また、図3に示す円筒管22は第2光学部材20の構成材料から形成される必要はなく、ガラス管等が用いられてもよい。また、第2光学部材及び第1光学部材のそれぞれの構成材料及び屈折率は特に限定されるものではなく、プラスチックや LiNbO_3 のような非線型光学結晶が用いられてもよい。

10 また、第1光学部材の形状は、図7A~7L（図7Aと図7B、7Cと7D、7Eと7F、7Gと7H、7Iと7J、7Kと7Lは、それぞれ対応しており、前者は光学レンズ100の平面断面図であり、後者は前者と同一の光学レンズ100の O_2 に垂直な断面での側面断面図である）に示すように断面形状が円形、楕円形、半円形であるものであってもよく、第2光学部材20の形状も図7F、7Jに示すように断面形状が半円であってもよい。さらに、第2光学部材20
15 の屈折率と第1光学部材10の屈折率は、入射光をコリメートできるのであれば前者が後者よりも大きいてもよい。例えば、図7K、7Lに示すように、第1光学部材10の第一コリメート部の面及びこれに対向する出射側の面を凹曲面状に形成することにより入射光をコリメートすることができる。

20 また、ここでは1本の光学レンズにより半導体レーザアレイのLDビームをコリメートする場合について説明したが、本発明に係る光学レンズは、数本の光学レンズをそれぞれの第2コリメート部を同方向に向けるようにして一体化し、フライアイレンズのように形成したものでもよく、例えば、半導体レーザアレイがスタック状に積層された光源の出射端面に対して平行に対向配置して使用してもよい。

25 また、第2光学部材20の構成材料に比較して第1光学部材10の構成材料が高い軟化点を有している場合には、図8A~8Cに示すようにして作製すること

もできる。すなわち、図 8 A に示すように、予め第 1 光学部材 10 を軟化点の高い構成材料により所望の形状に作製してアレイ状に複数本を配列する。次に、図 8 B に示すように、アレイ状の第 1 光学部材 10 の周囲に軟化点の低い材料を溶融させて流し込むことにより第 2 光学部材 20 を形成する。また、図 8 C に示すように、必要に応じて LD アレイスタック用に数本の光学レンズを一体化して形成してもよい。例えば、第 2 光学部材 20 と第 1 光学部材 10 の構成材料の組み合わせとして軟化点の異なるプラスチック材料の組み合わせやプラスチック材料とこれよりも軟化点の高いガラスとの組み合わせ等を選択することができる。

また、ここでは光学レンズの入射光の光源として半導体レーザを用いた場合について説明したが、本発明に係る光学レンズの光源は特に限定されるものではなく、例えば他の非点収差を有する光源であってもよい。

さらに、ここでは第 2 光学部材のサイズ並びに第 1 光学部材アレイ内の第 1 光学部材のサイズ及びその数を、アレイ状に配列された光源の配置条件に応じて設定し作製する場合について説明したが、本発明に係る光学レンズは、コリメートした出射光を照射する側であるアレイ状に配列された複数の照射スポットの配置条件にあわせて容易に調整して作製することもできる。このようにして、第 1 光学部材アレイ内の複数の第 1 光学部材の第一コリメート部を複数のアレイ状に配列された照射スポットごとに一対一で対応させることにより、コリメートした複数の出射光を、対応する所望の複数の照射スポットに一括して照射することができる。例えば、本発明に係る光学レンズをファクシミリなどの画像形成装置などに用いられる結像レンズアレイとして使用することが可能である。

産業上の利用可能性

本発明によれば、光学レンズはシンプルな構造を有するとともに容易にコンパクトなサイズで作製することができ、微小な設置スペースにも設置することができるので、アレイ状に配列された多数の微小光源からなる光源側の光学系或いはアレイ状に配列された複数の照射スポットを有する照射側の光学系の厳密な設置

条件にあわせて容易に作製することができる。そして、このような複数の光源からの入射光を光源ごとに独立にコリメートすること、又は、コリメートした出射光をこのような複数の照射スポットごとに独立に照射することが可能となる。

- 5 例えば、本発明の光学レンズはコンパクトで焦点距離が短く、LDの出射端面の近傍の微小なスペースに容易に配置することができるので、LDから出射された複数のビームを独立にコリメートすることができる。

請求の範囲

1. 第1の軸に平行な曲面からなる第1光学作用部を少なくとも片側の外面に含むように、透光性材料を柱状に成形してなる複数の第1光学部材を有して構成されると共に、複数の前記第1の軸が所定の平面上で互いに平行になるように、複数の前記第1光学部材がアレイ状に配列された第1光学部材アレイと、
- 5 第2の軸に平行な曲面からなる第2光学作用部を少なくとも片側の外面に含むように、前記第1光学部材と屈折率が異なる透光性材料を柱状に成形して構成されると共に、前記第2の軸が複数の前記第1の軸と直角をなすように、前記第1光学部材アレイの少なくとも前記第1光学作用部が埋め込まれた第2光学部材と、
- 10 を備え、
- 前記第1および第2光学作用部が、前記所定の平面に直交する光軸の光に対し作用する
- ことを特徴とする光学レンズ。
2. 前記第1光学部材の透光性材料は、前記第2光学部材の透光性材料より熱膨張係数が高い請求項1に記載の光学レンズ。
- 15 3. 前記第1光学部材の透光性材料は、前記第2光学部材の透光性材料より屈伏点が高い請求項1又は2に記載の光学レンズ。
4. 前記第1光学部材は、円柱状に成形されていることを特徴とする請求項1～3の何れか1項記載の光学レンズ。
- 20 5. 前記第1光学部材は、前記曲面の反対側の外面が平面にされて半円柱状に成形されていることを特徴とする請求項1～3の何れか1項に記載の光学レンズ。
6. 前記第1光学部材には、前記曲面と前記曲面とは反対側の外面との間に一對の側面平面が形成され、前記第1光学部材アレイは、前記各第1光学部材が前記各側面平面で互いに接触して配列されることにより形成される請求項5に記載の
- 25 光学レンズ。
7. 前記第2光学部材は、円柱状に成形されていることを特徴とする請求項1～

6のいずれかに記載の光学レンズ。

8．前記第2光学部材は、前記曲面の反対側の外面が平面にされて半円柱状に成形されていることを特徴とする請求項1～6のいずれかに記載の光学レンズ。

9．前記第2光学部材は、両端部に一对の転がり防止手段を有することを特徴とする請求項1～8のいずれかに記載の光学レンズ。

5

10．前記光学レンズは、前記転がり防止手段により複数個積層することが可能であることを特徴とする請求項9に記載の光学レンズ。

11．半導体レーザアレイと、前記半導体レーザアレイの出射光を平行光化して出射する平行光化光学系と、前記平行光化光学系の出射光を集光して出力する集光光学系とを有する半導体レーザ装置において、

10

前記平行光化光学系として請求項1～10のいずれかに記載の光学レンズを備えることを特徴とする半導体レーザ装置。

図1

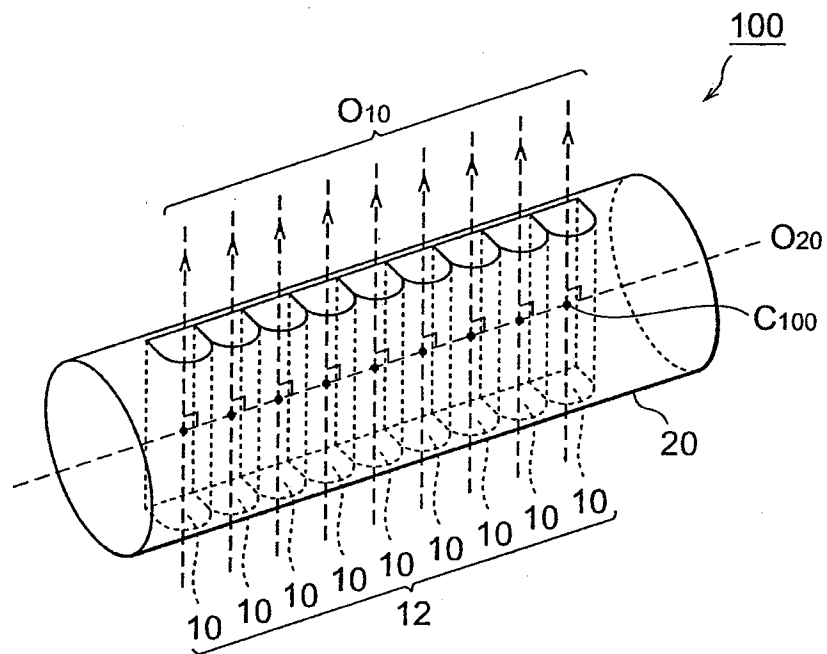


図2

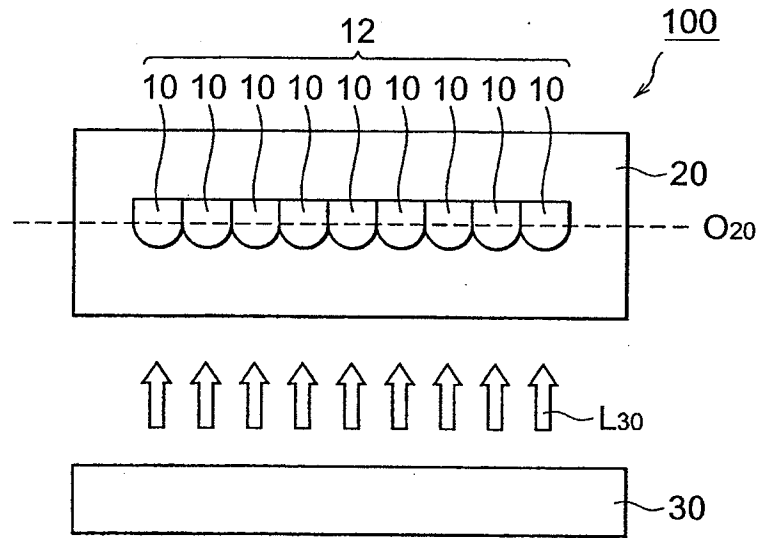


図3A

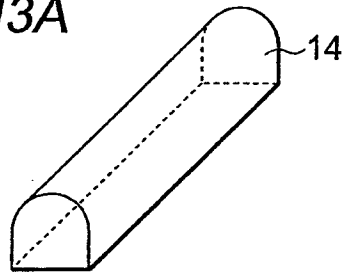


図3D

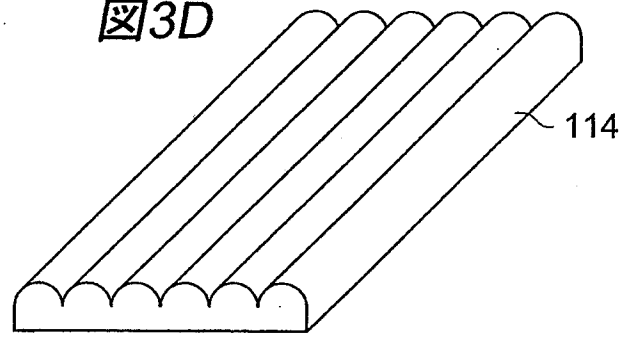


図3B

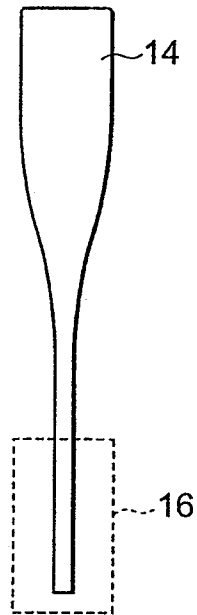


図3E

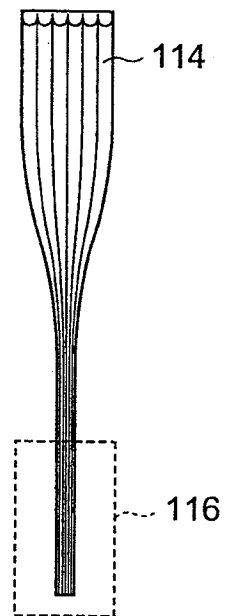


図3C

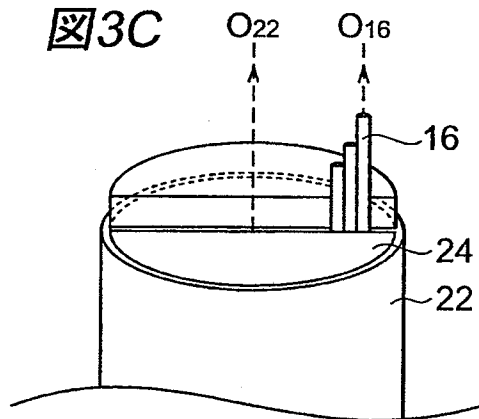


図3F

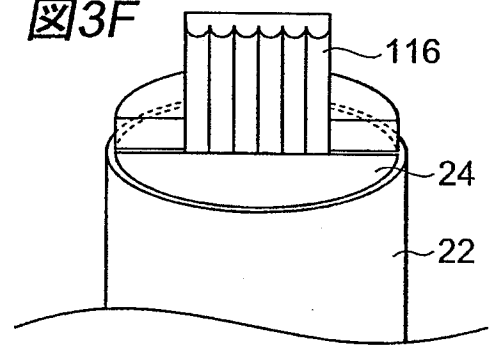


図4A

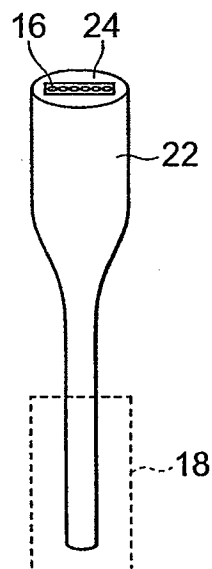


図4B

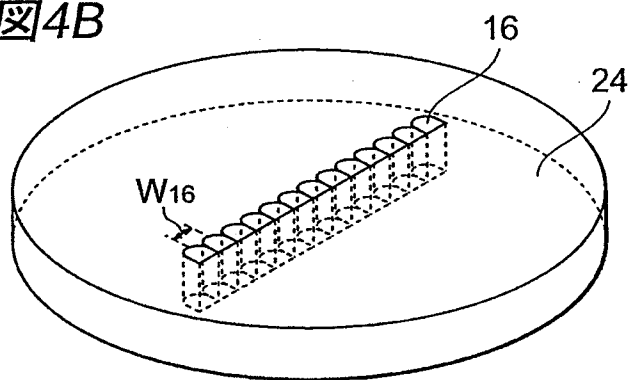


図4C

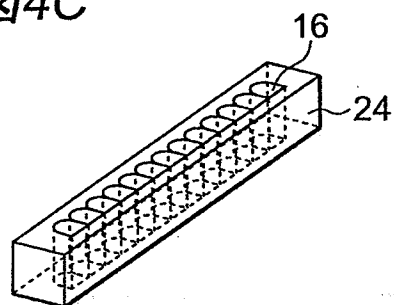


図4D

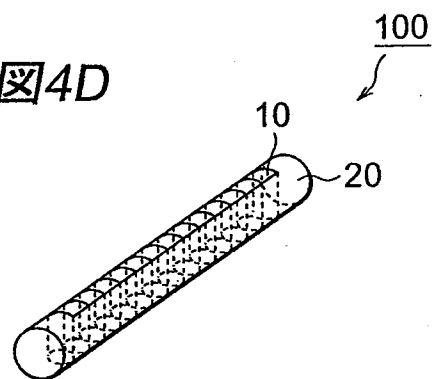


図5A

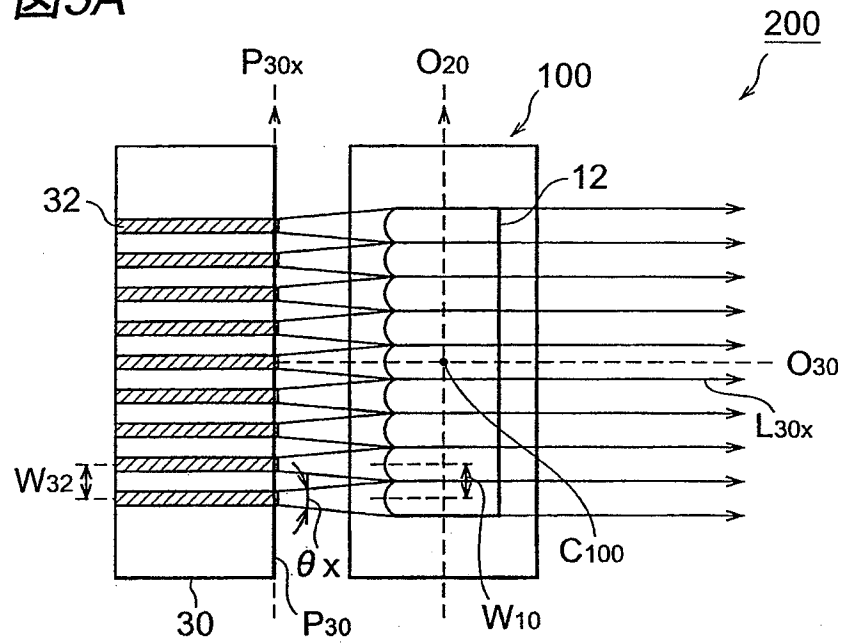


図5B

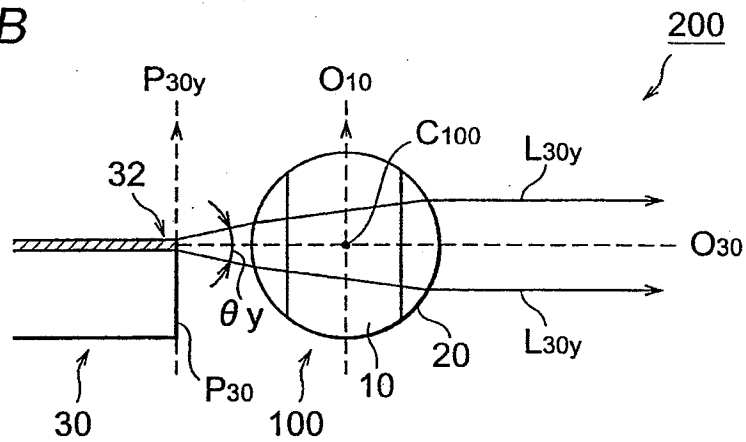


図6A

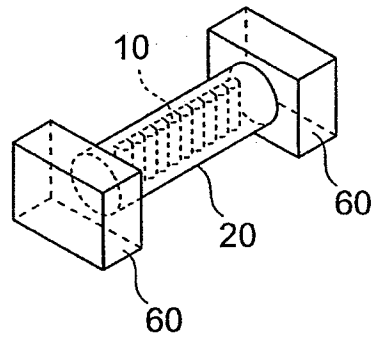


図6B

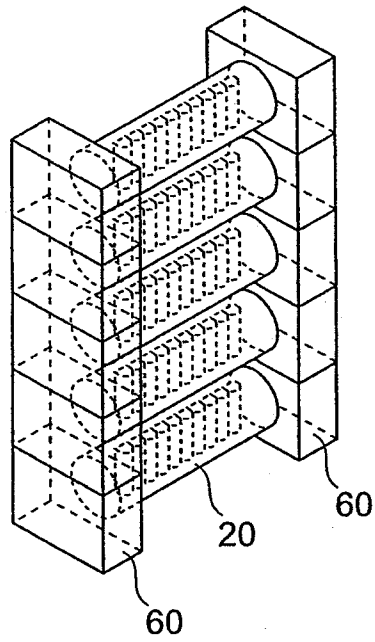


図7A

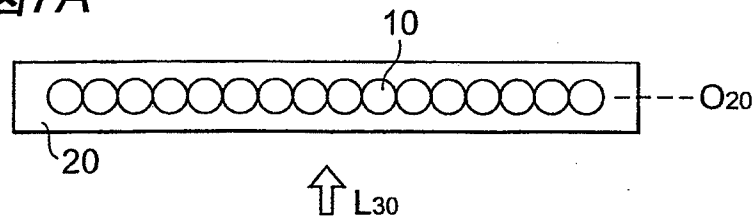


図7B

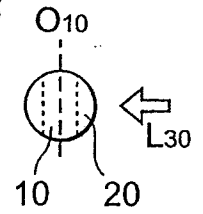


図7C

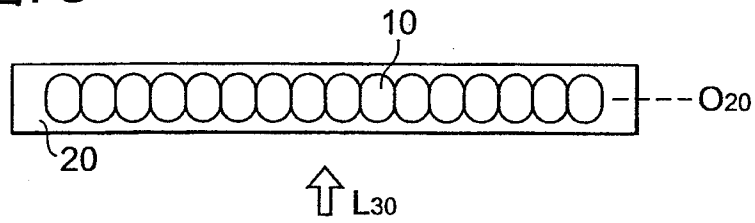


図7D

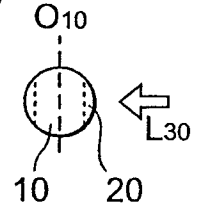


図7E

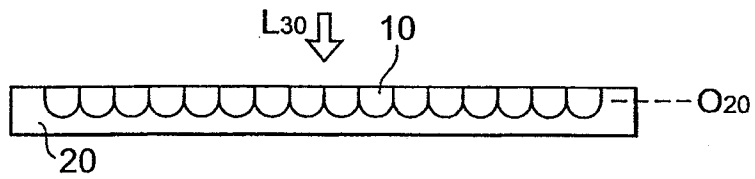


図7F

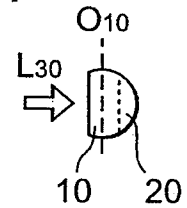


図7G

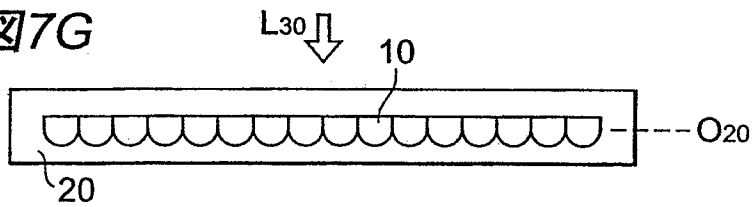


図7H

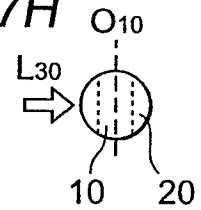


図7I

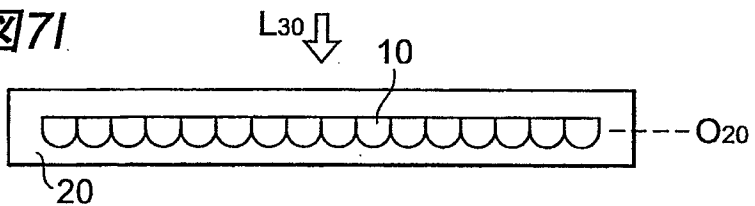


図7J

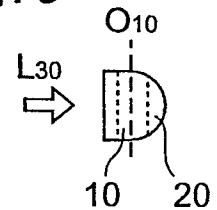


図7K

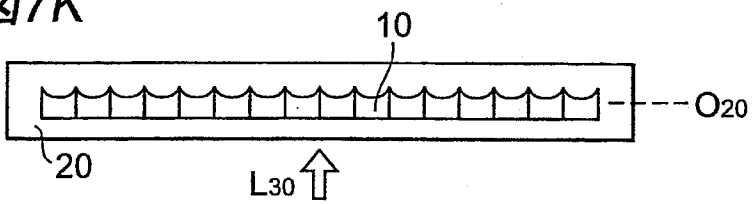


図7L

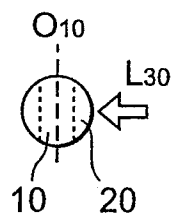


図8A

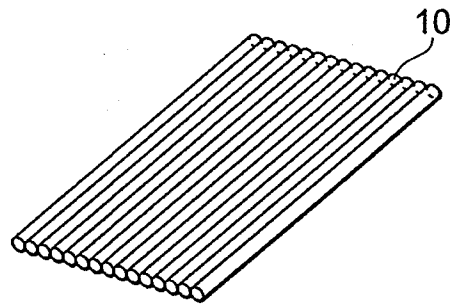


図8B

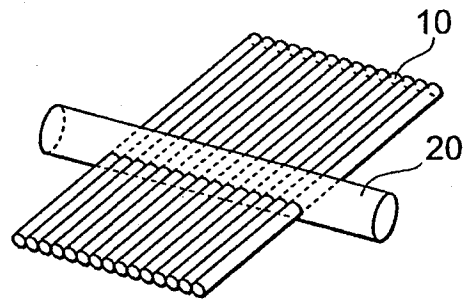


図8C

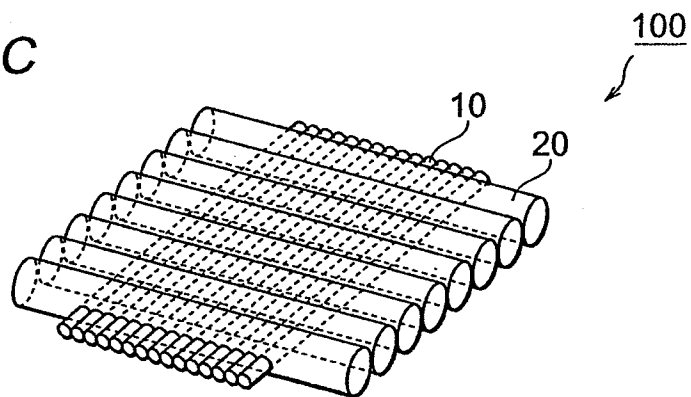


図9

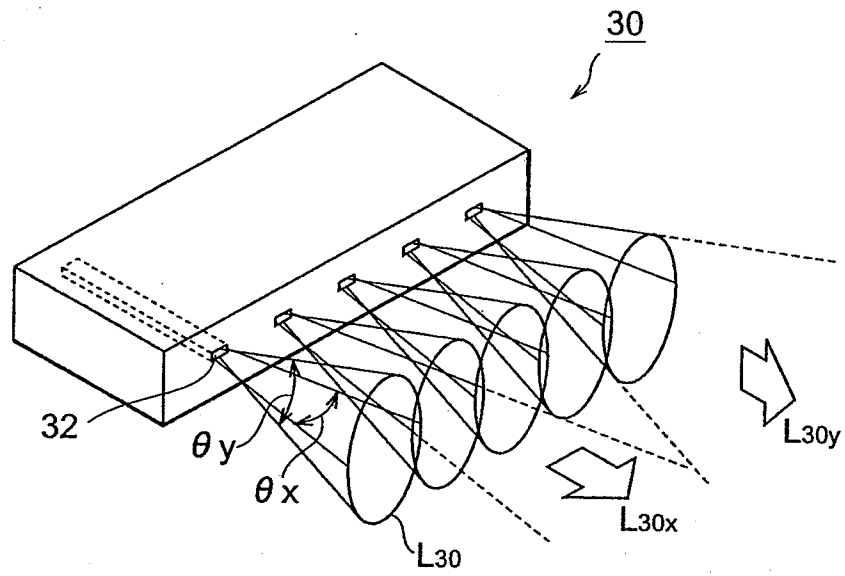
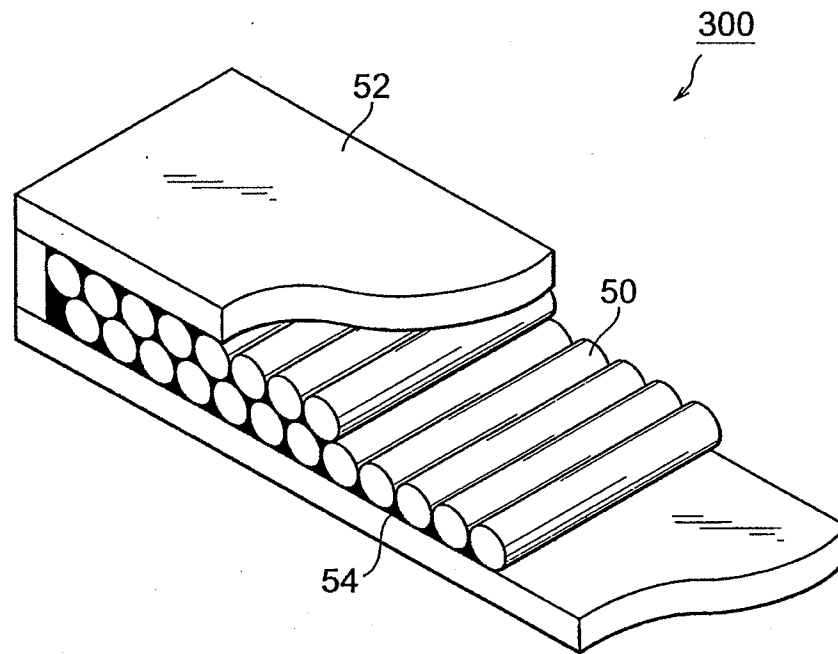


図10



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP00/07956

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl.⁷ G02B13/00, G02B3/00, G02B3/06, H01S5/02

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl.⁷ G02B13/00, G02B3/00, G02B3/06, H01S5/02

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1926-1996	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2001
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2001	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2001

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP, 57-181516, A (Agency of Industrial Science and Technology), 09 November, 1982 (09.11.82), Full text; all drawings (Family: none)	1-11
Y	JP, 58-168026, A (Agency of Industrial Science and Technology), 04 October, 1983 (04.10.83), Full text; all drawings (Family: none)	1-11
A	US, 4986939, A (Schott Glaswerke), 22 January, 1991 (22.01.91), Full text; all drawings & JP, 63-25234, A Full text; all drawings & DE, 3617363, A	1-11
Y	US, 5004328, A (Canon Kabushiki Kaisha), 02 April, 1991 (02.04.91), Full text; all drawings & JP, 63-81413, A Full text; all drawings	1-11

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier document but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family
---	--

Date of the actual completion of the international search
06 February, 2001 (06.02.01)Date of mailing of the international search report
13 February, 2001 (13.02.01)Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP00/07956

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
	& JP, 63-96618, A Full text; all drawings	
A	JP, 9-184997, A (Canon Inc.), 15 July, 1997 (15.07.97), Full text; all drawings (Family: none)	1-11
Y	JP, 9-96760, A (Mitsui Petrochemical Ind. Ltd.), 08 April, 1997 (08.04.97), Full text; all drawings (Family: none)	1-11
Y	JP, 4-284401, A (Fujitsu Limited), 09 October, 1992 (09.10.92), Full text; all drawings (Family: none)	1-11

国際調査報告

国際出願番号 PCT/JP00/07956

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))			
Int. Cl ⁷ G02B13/00, G02B3/00, G02B3/06, H01S5/02			
B. 調査を行った分野			
調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))			
Int. Cl ⁷ G02B13/00, G02B3/00, G02B3/06, H01S5/02			
最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの			
日本国実用新案公報 1926-1996年 日本国公開実用新案公報 1971-2001年 日本国登録実用新案公報 1994-2001年 日本国実用新案登録公報 1996-2001年			
国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)			
C. 関連すると認められる文献			
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号	
Y	JP, 57-181516, A (工業技術院長) 9. 11月. 1982 (09. 11. 82) 全文、全図 (ファミリーなし)	1-11	
Y	JP, 58-168026, A (工業技術院長) 4. 10月. 1983 (04. 10. 83) 全文、全図 (ファミリーなし)	1-11	
<input checked="" type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input type="checkbox"/> パテントファミリーに関する別紙を参照。			
* 引用文献のカテゴリー 「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの 「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの 「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す) 「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献 「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願日の後に公表された文献 「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの 「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの 「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの 「&」 同一パテントファミリー文献			
国際調査を完了した日 06. 02. 01		国際調査報告の発送日 13.02.01	
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁 (ISA/JP) 郵便番号 100-8915 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号		特許庁審査官 (権限のある職員) 森 内 正 明 印 電話番号 03-3581-1101 内線 3269	

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
A	US, 4 9 8 6 9 3 9, A (Schott Glaswerke) 22. 1月. 1991 (22. 01. 91) 全文、全図 & JP, 63-25234, A, 全文、全図 & DE, 3617363, A	1-11
Y	US, 5 0 0 4 3 2 8, A (Canon Kabushiki Kaisha) 2. 4月. 1991 (02. 04. 91) 全文、全図 & JP, 63-81413, A, 全文、全図 & JP, 63-96618, A, 全文、全図	1-11
A	JP, 9-184997, A (キャノン株式会社) 15. 7月. 1997 (15. 07. 97) 全文、全図 (ファミリーなし)	1-11
Y	JP, 9-96760, A (三井石油化学工業株式会社) 8. 4月. 1997 (08. 04. 97) 全文、全図 (ファミリーなし)	1-11
Y	JP, 4-284401, A (富士通株式会社) 9. 10月. 1992 (09. 10. 92) 全文、全図 (ファミリーなし)	1-11